

Genetic Programing and L-System Method for Representing Identification of Plant Growth Visualization

SUHARTONO¹, MOCHAMMAD HARIADI², MAURIDHI HERY P²

¹State Islamic University of Malang Department of Information Engineering

² Faculty of Industrial Technology Departement Electrical Engineering ITS Surabaya
suhartono@elect-eng.its.ac.id, mochar@ee.its.ac.id, hery@ee.its.ac.id

Abstract--Application of Genetic Programming and L-System method for the development of parallel rewrite systems (L-Systems, Lindenmayer Systems) is used to describe the structure of the model plant. With the help of L-System method that aims to describe the formation of formal data structures representing rewriting rules. By using a combination of two methods to simulate the formation of structures in accordance with the characteristics of plants and identify plant growth. Control of formal data structures are complex exemplified by the development of plant structures generated by the visualization of 3D motion graphics.

Keywords -- Genetic Programing, L-System, Plant, Environment

LINDENMAYER SISTEM (*L-System*)

Dalam dekade ini telah banyak dikembangkan pendekatan untuk pemodelan morfologi tanaman antara lain iterated function systems [Peitgen et al., 1993], cellular automata or voxel space growth [Green, 1989], Lindenmayer systems [Lindenmayer, 1975; Prusinkiewicz and Lindenmayer, 1990], or stochastic growth grammars [Kurth, 1994]. Dalam lingkup artikel ini fokus pada Lindenmayer Sistem, dimana Lindenmayer sistem dikemukakan pertama kali pada tahun 1968 oleh Aristid Lindenmayer dalam pengungkapan teori matematika untuk pengembangan tanaman (Lindenmayer, A dan Prusinkiewicz, 1990). Smith menggunakan Lindemayer Sistem sebagai metoda untuk menyusun grafika komputer dalam menghasilkan morfologi tanaman. Grafika komputer secara lebih mendalam oleh Prusinkiewicz mengaplikasikan metoda lindenmayer sistem untuk menghasilkan visualisasi realistik terhadap tanaman perdu yang ditunjukkan dalam bukunya "Algorithmic Beauty of Plant". Lindenmayer Sistem merupakan aturan formal yang disusun sebagai gramatika yang dikarakteristikan dalam bentuk aksioma, dan simbol-simbol yang digunakan sebagai representasi pertumbuhan komponen tanaman yang secara paralel terjadi pergantian pada masing-masing tahap.

LINDENMAYER SYSTEM PADA TANAMAN LYCHNIS

Bayangkan jika kita menonton animasi dari suatu tumbuhan yang berkembang menjadi tanaman dewasa. Maka akan terlintas batang terbentuk kemudian batang menjadi lebih lama dan lebih kuat dan menyusul daun akan muncul dan tumbuh dari kecil menjadi dalam ukuran tertentu. Akhirnya, bunga-bunga berkembang. Bagaimana proses pembentukan struktur model seperti ini? Dengan Lindenmayer Sistem dapat menggambarkan proses morphogenetic tersebut.

α : *sprout*(4)

π : A sprout initiating two leaves and a bloom:

p_1 : *sprout*(4) \rightarrow f *stalk*(2) | *pd*(60) *leaf*(0) |
pu(20) | pu(25) *sprout*(0) |
| *pd*(60) *leaf*(0) | *pd*(20)
| pu(25) *sprout*(2) |
f *stalk*(1) *bloom*(0)

Ripening of sprouts:

p_2 : *sprout*($t < 4$) \rightarrow *sprout*($t + 1$)

Elongation of stalks:

p_3 : *stalk*($t > 0$) \rightarrow f f *stalk*($t - 1$)

Variation of leaf sizes:

p_4 : *leaf*(t) \rightarrow *leaf*($t + 1.5$)

p_5 : *leaf*($t > 7$) \rightarrow *Leaf*(7)

p_6 : *Leaf*(t) \rightarrow *Leaf*($t - 1.5$)

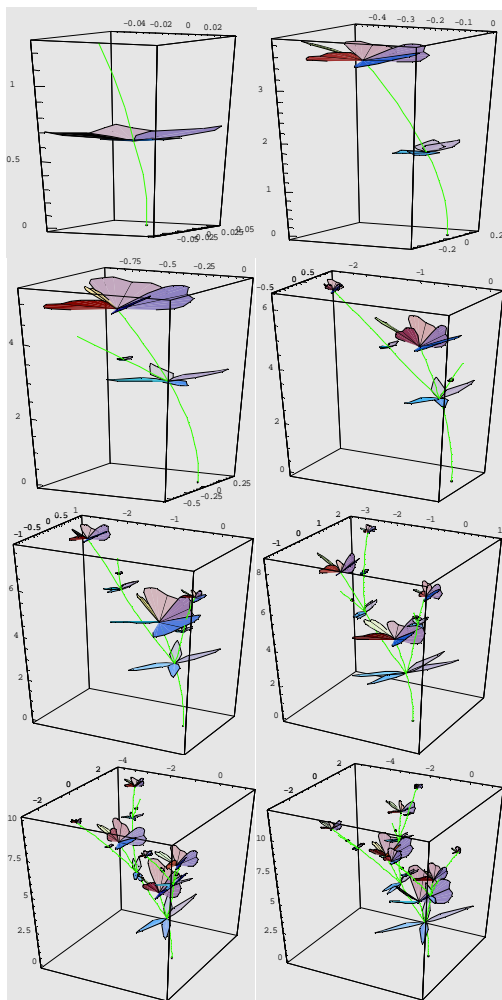
p_7 : *Leaf*($t < 2$) \rightarrow *leaf*(0)

Bloom growth and "decay":

p_8 : *bloom*(t) \rightarrow *bloom*($t + 1$)

p_9 : *bloom*(7) \rightarrow *bloom*(1)

Gambar 1 L-sistem untuk pemodelan formasi struktur dari tanaman berbunga.
[Lindenmayer, 1975; Prusinkiewicz and Lindenmayer, 1990]



Gambar 2 Visualisasi Pemodelan Pertumbuhan tanaman berbunga.

Kami menggunakan ekspresi simbolis untuk mengkodekan genomes, mewakili Lindenmayer sistem yang mensimulasikan proses pertumbuhan tanaman buatan. Sebuah sistem *parallel rewriting* Lychnis seperti ditunjukkan pada Gambar diatas . Model Lindenmayer Sistem ini adalah pola pembentukan sebuah *Angiosperm*, tanaman yang berbunga, dari pembentukan tunas ke perbungaan penuh. Itu mensimulasikan sistem pembentukan struktur percabangan, pertumbuhan segmen batang dan daun, dan ekspresi bunga dan pembusukan. Lychnis adalah varian dari Lindenmayer sistem untuk mawar yaitu Lychnis coronaria dijelaskan dalam Prusinkiewicz dan Lindenmayer 1990, hal. 83

GENETIC PROGRAMMING

Pada pendekatan Genetik Programing yang diperkenalkan oleh Koza (1992) adalah penggunaan blok bangunan untuk menghasilkan ekspresi serta memodifikasi ekspresi. Bukan hanya mendefinisikan satu set fungsi simbol bersama-sama dengan beberapa bagian, tapi masing-masing ekspresi dari kumpulan

template , berfungsi sebagai parsial mungkin deskripsi suatu genotype yang dibentuk dalam pengkodean *L-System*. Masing-masing template ini (ditandai dengan 1., 2., 3., ...) adalah terkait dengan himpunan atribut.

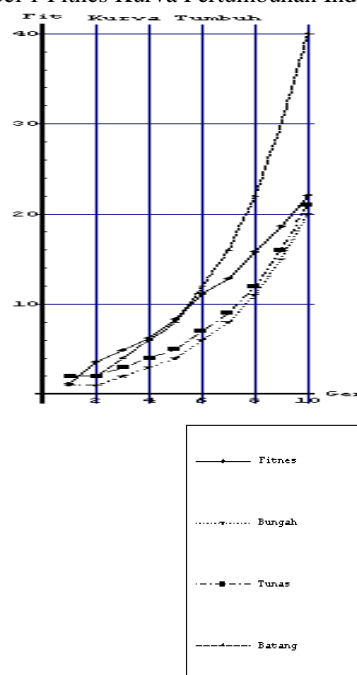
Untuk dapat mengubah apapun dalam sub expression pada pengembangan program tidak boleh dianggap sebagai modul *parametric encoding* pada beberapa yang tetap di *L-System* [Niklas, 1986]. Seperti ekspresi operator menghasilkan ide dasar, jadi untuk menggunakan template untuk mengendalikan yang subexpressions harus berada dalam lingkup masing-masing operator yaitu Mutasi, *Crossover*, *Deletion*, Duplikasi dan Permutasi.

Operator akan ditetapkan untuk ekspresi dan disesuaikan dengan pengkodean dari *L-System*. Subexpressions dipilih sesuai dengan operator tertentu seleksi berdasarkan mekanisme pencocokan pola. Dengan set template yang ditetapkan untuk masing-masing operator efek dari operator. Lebih rinci deskripsi umum skema untuk penerapan operator pada ekspresi genetik dapat ditemukan di [Yakub, 1996].

FITNESS

Untuk mengetahui pencapaian nilai maksimum tanaman dalam penerapan proses metode Genetic Programing, saya mendefinisikan fitness dengan total dari jumlah batang ditambah jumlah bunga dan jumlah tunas dari setiap generasi pada setiap iterasi dengan rumus : Fitness_i = (\sum Batang_i + \sum Tunas_i + \sum Bunga_i)

Tabel 1 Fitnes Kurva Pertumbuhan Individu 1



IDENTIFIKASI PERTUMBUHAN TANAMAN

Pada percobaan identifikasi pertumbuhan tanaman dengan metode L-System dan Genetic Programming dilakukan iterasi sebanyak 8 untuk setiap individu L-System, pada grafik nilai fitness pada individu 1 visualisasi seperti gambar 2 diperoleh 22.1078 dengan jumlah bunga sebanyak 20 dan jumlah batang 40 dan jumlah tunas sebanyak 21, dari L-system individu pertama akan dilakukan proses genetik programming. Pada contoh percobaan ini berharap akan muncul banyaknya kembang, pertama adalah kita akan solusikan dengan banyaknya cabang dengan cara operator genetik sebagai duplikasi pada percabangan maka L-System menjadi sebagai :

LychnisLSys2=LSystem[AXIOM[a[4]],
LRULES[

LRule[LEFT[],PRED[a[4]],RIGHT[],SUCC[SEQ[f,ii[2]
rr[90],
STACK[pu[60],l[0]],rr[90],
STACK[pu[20],a[3]],rr[90],
STACK[pu[60],l[0]],rr[90],
STACK[pu[20],a[2]],f,ii[1],m[0]]],

Maka akan didapat nilai fitness pada individu 2 diperoleh 22.6916 dengan jumlah bunga sebanyak 21 dan jumlah batang 40 dan jumlah tunas sebanyak 21, dari L-system individu pertama akan dilakukan proses genetik programming.

dengan menduplikasi cabang kita sudah dapat mendapatkan pertambahan nilai fitness dan pertambahan cabang serta pertambahan bunga, pada percobaan ini dilakukan sebanyak 8 kali proses operator Genetik Programming dengan duplikasi sebanyak 4 kali pada cabang, mutasi sebanyak 3 kali dan crossover sebanyak 1 kali. Yang akan didapatkan fitness 25.582

KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa karakteristik pertumbuhan tanaman meningkatkan selama 8 generasi. Dimana menggambarkan bagaimana identifikasi pembentukan struktur tanaman berubah selama proses penerapan metode genetik programming berlangsung fitness 25.582. Terdapat peningkatan perkembangan nilai genomes dan fenotipe dari tanaman yang diberikan oleh proses Genetik Programming.. Dengan jumlah bunga dan daun, selama periode perkembangan, telah banyak meningkat. Pada akhirnya, memberikan suatu tanaman dengan bunga yang indah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Jacob, C., Rehder, J., Evolution of neural net architectures by a hierarchical grammar based genetic system, ICNNGA'93, International Conference on Neural Networks and Genetic Algorithms, Innsbruck, Austria, 1993.

- [2] Jacob, C., Typed expressions evolution of artificial nervous systems, to appear in: ICANN'94, International Conference on Artificial Neural Networks, Sorrento, Italy, 1994.
- [3] Kinnear, K.E., Advances in Genetic Programming, MIT Press, London, 1994. Koza, J.R., Genetic Programming, On the Programming of Computers by Means of Natural Selection, MIT Press, London, 1993.
- [4] Lindenmayer, A., Rozenberg, G. (eds.), Automata, Languages, Development, North-Holland, 1975.
- [5] Prusinkiewicz, P., Lindenmayer, A., The Algorithmic Beauty of Plants, SpringerVerlag, 1990, pp. 11ff.